

PORTABLE ELECTRONIC APPARATUS WITH AZIMUTH MEASURING FUNCTION, MAGNETIC SENSOR SUITABLE FOR THE SAME, AND AZIMUTH MEASURING METHOD THEREFOR

Publication number: KR20030007102

Publication date: 2003-01-23

Inventor: SATO HIDEKI

Applicant: YAMAHA CORP

Classification:

- international: G01B7/00; G01B7/30; G01C17/28; G01C17/38;
H04M1/725; G01B7/00; G01B7/30; G01C17/00;
H04M1/72; (IPC1-7): H04B1/40

- European: H04M1/21; G01C17/28; G01C17/38

Application number: KR20020039972 20020710

Priority number(s): JP20010210053 20010710; JP20020115250 20020417

Also published as:



EP1275933 (A2)
US7197343 (B2)
US2003013507 (A1)
JP2003090726 (A)
EP1275933 (A3)
CN1396436 (A)
CN2679646Y (Y)

Report a data error here

Abstract of KR20030007102

PURPOSE: A portable electronic apparatus with an azimuth measuring function, a magnetic sensor suitable for the same, and an azimuth measuring method therefor are provided to measure a direction at high precision even if the temperature of permanent magnets changes. **CONSTITUTION:** A portable phone(10) has a CPU(21) and a magnetic sensor unit(30) including an X-axis magnetic sensor(31), a Y-axis magnetic sensor(32), and a temperature sensor(33). The CPU(21) measures the influence of a magnetic field of permanent magnets with respect to an output of the X-axis magnetic sensor(31) and an output of the Y-axis magnetic sensor(32), at the first and second temperatures. The CPU(21) stores the measured influence data together with the first and second temperature data. The CPU(21) estimates the influence with respect to the output of the X-axis magnetic sensor(31) and the output of the Y-axis magnetic sensor(32), from the present temperature detected by the temperature sensor(33) and the stored influence data. The CPU(21) corrects the outputs of the X-axis magnetic sensor(31) and the Y-axis magnetic sensor(32) in accordance with the estimated influence, and determines the direction of the portable phone(10) from the corrected outputs.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

引用例 \ の写し (19) 대한민국특허청(KR) FP 2051KR
(12) 공개특허공보(A) (04/8143-KR-KR)
OA 21例 1

(51) Int. Cl. 7
H04B 1/40

(11) 공개번호 특허2003-0007102
(43) 공개일자 2003년01월23일

(21) 출원번호 10-2002-0039972
(22) 출원일자 2002년07월10일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00210053 2001년07월10일 일본(JP)
JP-P-2002-00115250 2002년04월17일 일본(JP)

(71) 출원인 야마하 가부시기가이샤
일본국 시즈오카현 하마마츠시 나카자와초 10반 1고

(72) 발명자 사토히데키
일본국시즈오카현하마마츠시나카자와초10반1고야마하가부시기가이샤내

(74) 대리인 한양특허법인

심사청구 : 없음

(54) 방위 측정 기능을 가진 휴대형 전자장치, 이 장치에 적합한 자기 센서, 및 이 장치에 있어서의 방위 측정 방법

요약

휴대전화기는 CPU와, X축 자기 센서, Y축 자기 센서 및 온도 센서를 포함하는 자기 센서부를 구비한다. CPU는 제1 온도 및 제2 온도에서 X축 자기 센서의 출력(Sx) 및 Y축 자기 센서의 출력(Sy)에 대한 영구자석의 자계의 영향을 측정하여, 그 영향 데이터를 제1 및 제2 온도 데이터와 함께 기억한다. CPU는 온도 센서로 검출된 현재 온도와 상기 기억된 영향 데이터에 따라, 현재 온도에서의 X축 자기 센서의 출력(Sx) 및 Y축 자기 센서의 출력(Sy)에 대한 영구자석의 자계의 영향을 추정한다. CPU는 추정된 영향에 따라 출력(Sx, Sy)을 보정하고, 그 보정된 출력(Sx, Sy)에 따라 휴대전화기의 방위를 결정한다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 자기 센서부를 탑재한 휴대전화기의 정면도이다.

도 2는 도 1에 도시한 휴대전화기의 전기회로의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시한 자기 센서부의 평면도(소자 배치도)이다.

도 4는 도 2에 도시한 X축 자기 센서로 검출된 외부 자계(H)의 X축 성분에 대한 출력 특성을 나타내는 그래프이다.

도 5는 도 2에 도시한 Y축 자기 센서로 검출된 외부 자계(H)의 Y축 성분에 대한 출력 특성을 나타내는 그래프이다.

도 6은 도 2에 도시한 X축 자기 센서의 등가회로도이다.

도 7은 도 6에 도시한 제1 자기 터널 효과 소자군의 개략적인 평면도이다.

도 8은 도 7에 도시한 제1 자기 터널 효과 소자군을 도 7의 1-1선에 따른 평면으로 절단한 개략적인 단면도이다.

도 9는 도 7에 도시한 제1 자기 터널 효과 소자군의 개략적인 부분 평면도이다.

도 10은 도 7에 도시한 제1 자기 터널 효과 소자군의 외부 자계에 대한 저항 변화 특성을 나타내는 그래프이다.

도 11은 도 2에 도시한 X축 자기 센서와 Y축 자기 센서의 배치 관계와 그들의 전기적 접속 관계를 나타내는 도면이다.

도 12는 도 2에 도시한 온도 센서의 등가회로도이다.

도 13은 도 2에 도시한 X축 자기 센서 및 Y축 자기 센서의 방위에 대한 출력을 나타내는 그래프이다.

도 14~도 16은 도 1에 도시한 휴대전화기 내의 다른 영구자석의 자계의 온도 특성을 나타내는 그래프이다.

도 17은 도 2에 도시한 X축 자기 센서의 지자계에 대한 출력 특성을 나타내는 그래프이다.

도 18은 도 2에 도시한 Y축 자기 센서의 지자계에 대한 출력 특성을 나타내는 그래프이다.

도 19는 도 2에 도시한 자기 센서에 인가된 지자계와 영구자석의 누설 자계의 관계를 나타내는 벡터도이다.

도 20~도 23은 도 2에 도시한 CPU가 실행하는 루틴을 나타내는 순서도이다.

도 24는 온도 센서의 다른 예를 나타내는 회로도이다.

도 25는 도 24에 도시한 회로의 온도 특성을 나타내는 그래프이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10휴대전화기11본체

12안테나부12a안테나

12b송수신회로12c변복조회로

13스피커부13a스피커

13b 발음 회로 14 액정 표시부

14a 액정 표시 패널 14b 표시 회로

15 조작부 15a 버튼

15b 검출 회로 16 마이크로폰부

16a 마이크로폰 16b 증폭 회로

21 CPU 30 자기 센서부

30a 기판 31 X축 자기 센서

32 Y축 자기 센서 33 온도 센서

34 제어 회로 34a A/D 컨버터

34b 직류 정전압 회로 35 패드

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래 기술

본 발명은 영구자석을 포함하는 통신장치와 방향(방위) 측정 장치를 구비한 휴대형 전자장치, 이 장치에 적합한 자기 센서부, 및 이 장치에 있어서의 방위 측정 방법에 관한 것이다.

지자계를 검출하여 방위를 측정하는 자기 센서부가 알려져 있다. 근래에는 스피커, 마이크, 송수신 회로 및 표시장치 등으로 이루어진 통신장치와 지자계를 검출할 수 있는 자기 센서부를 탑재한 휴대전화기로 대표되는 휴대형 전자장치에 네비게이션 기능을 추가하는 것이 검토되고 있다.

스피커, 마이크 및 표시장치 등을 포함하는 통신장치는 영구자석을 포함하고 있다. 자기 센서부는 지자기와 영구자석에 의해 형성되는 자계의 합성 자계에 의하여 신호를 출력한다. 이 때문에, 자기 센서부로부터 출력되는 신호에 따라 결정되는 방위는 정확하지 않다는 문제가 발생한다. 또한, 영구자석의 자계는 그 자석의 온도에 따라 변한다. 어떤 온도에서 검출된 영구자석의 자계가 자기 센서의 신호에 미치는 영향에 의해서만 자기 센서부의 신호가 보정되어, 이 보정된 신호에 의해 방위가 결정되면, 자석의 온도가 변하는 경우, 상기 결정된 방위는 정확하지 않다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 영구자석의 온도가 변하는 경우에도 방위를 매우 정확하게 측정할 수 있는 휴대형 전자장치, 및 이 장치에 적합한 자기 센서부를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 자기 센서부에 휴대형 전자장치의 영구자석의 자계가 미치는 영향을 간단한 사용자 조작으로 추정하여, 매우 정확하게 방위를 측정할 수 있는 방위 측정 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 일 측면에 의하면, 본체; 상기 본체에 수용되며 영구자석을 구비하는 통신장치; 및 상기 본체에 수용되며 자기장을 이용하여 방위를 측정하는 방위 측정 장치를 구비하며, 상기 방위 측정 장치는, 외부 자계에 응하여 신호를 출력하는 자기 센서; 온도를 검출하는 온도 센서; 상기 검출된 온도에 따라, 상기 영구자석의 자계가 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 미치는 영향을 추정하여, 추정된 영향에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 보정하는 보정수단; 및 상기 보정된 신호에 따라 방위를 결정하는 방위 결정 장치를 구비하는 휴대형 전자장치가 제공된다. 상기 검출된 온도는 상기 영구자석의 온도에 대응한다. 또한, 온도를 검출하는 것에는 이 온도를 추정하는 것도 포함된다.

상기 자기 센서의 출력에 미치는 상기 영구자석의 자계의 영향은 상기 검출된 온도로부터 추정된다. 이 추정된 영향에 의해 상기 자기 센서부의 출력이 보정된다. 보정된 자기 센서의 출력에 따라 방위가 결정된다. 따라서, 영구자석의 온도가 변하여, 자기 센서부의 출력에 상기 영구자석의 자계가 미치는 영향이 변동하는 경우에도, 방위가 매우 정확하게 측정 및 결정될 수 있다.

상기 자기 센서의 출력에 상기 영구자석의 자계가 미치는 영향은 예컨대 다음과 같이 추정될 수 있다. 우선, 휴대형 전자장치를 책상에 올려놓고, 자기 센서부로부터 출력되는 신호를 제1 값으로서 측정한다. 다음에, 상기 휴대형 전자장치를 책상에서 180° 회전시킨 상태에서, 상기 자기 센서부로부터 출력되는 신호를 제2 값으로서 측정한다. 이 제1 값과 제2 값의 합을 2로 나눈다(제1 값과 제2 값의 평균을 구한다). 이와 같이 추정하는 데에는 휴대형 전자장치를 책상에서 180° 회전시키는 등의 조작을 사용자가 할 필요가 있다. 이러한 조작은 사용자에게 있어 귀찮은 것이기 때문에, 그 조작의 횟수는 가능한 한 최소로 하는 것이 바람직하다.

상기 보정수단은 제1 온도에서 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 포함된 영구자석의 자계에 의한 영향을 측정하고, 상기 제1 온도와 다른 제2 온도에서 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 포함된 영구자석의 자계에 의한 영향을 측정하여, 상기 제1 온도에서의 영향과 상기 제2 온도에서의 영향과 상기 온도 센서에 의해 검출된 현 시점의 온도로부터 상기 영구자석의 자계에 의한 영향을 추정하는 것이 바람직하다.

제1 온도에서의 영구자석의 자계에 의한 영향과 제2 온도에서의 영구자석의 자계에 의한 영향을 측정함으로써, 다른 온도에서의 영향이 추정될 수 있다. 따라서, 사용자에게 요구되는 영향 추정을 위한 조작 횟수를 감소시키는 동시에, 매우 정확하게 방위를 측정하는 것이 가능하다. 실험에 의하면, 휴대형 전자장치의 영구자석의 자계는 이 영구자석의 온도에 거의 비례한다. 따라서, 제1 온도에서의 영향과 제2 온도에서의 영향을 직선 보간 또는 외삽함으로써, 현 시점의 온도에서의 영향을 간단히 추측하는 것이 가능하다.

영구자석의 자계에 의한 영향의 측정에는 반드시 측정 오차가 포함된다. 따라서, 제1 온도에서의 영구자석의 자계에 의한 영향과 제2 온도에서의 영구자석의 자계에 의한 영향으로부터 다른 온도에서의 영구자석의 자계에 의한 영향을 추정하는 경우, 상기 제1 온도와 상기 제2 온도의 차가 너무 작으면, 각 온도에서의 영향의 측정 오차가 다른 온도에서의 영향의 추정 정확도를 크게 악화시킬 수 있는 우려가 있다.

이를 피하기 위해, 상기 보정수단은 상기 제1 온도에서의 영향을 측정한 후에 상기 온도 센서에 의해 검출된 온도와 상기 제1 온도의 차가 소정 온도 이상이 될 때, 상기 제2 온도에서의 영향을 취득하는 조작을 할 것을 상기 휴대형 전자장치의 사용자에게 재촉하는 초기화 재촉장치를 구비하는 것이 바람직하다. 이 초기화 재촉장치는 휴대형 전자장치의 표시부에 그 뜻을 표시하는 장치가 될 수도 있고, 상기 휴대형 전자장치의 발음장치로부터 그 뜻의 메시지를 발음하는 장치가 될 수도 있다.

상기와 같이 제1 온도에서의 영향 및 제2 온도에서의 영향이 취득되면, 영향의 측정에 포함된 측정 오차가 다른 온도에서의 영향의 추정 정확도를 크게 악화시키는 것을 피할 수 있다. 사용자에게는 제2 온도에서 영향이 측정된 시간이 통지되기 때문에, 불필요한 초기화 조작을 피하는 것이 가능하다.

본 발명의 다른 측면에 의하면, 기판; 상기 기판에 형성되어 외부 자계의 방위 및 크기에 대응하는 신호를 출력하는 자기 검출 소자; 및 상기 기판에 형성되어 온도를 검출하는 온도 검출 소자를 구비하는 자기 센서가 제공된다.

이것에 의하면, 소형이고 저렴하며, 영구자석의 자계가 방위 측정에 미치는 영향을 상기 영구자석의 온도에 관련하여 보상하는 것이 가능하고, 영구자석을 구비한 휴대형 전자장치에 적합한 자기 센서를 제공할 수 있다.

자기 센서는 복수의 자기 검출 소자를 포함하고, 상기 자기 검출 소자는 자화 방향이 고정된 고착층과 자화 방향이 외부 자계에 따라 변하는 자유층을 포함하는 자기 저항 효과 소자로서, 상기 자기 검출 소자는 상기 고착층의 자화 방향과 상기 자유층의 자화 방향 사이의 각에 따라 저항치가 변하며, 상기 복수의 자기 저항 효과 소자 중에서 적어도 두 소자의 고착층의 자화 방향이 상호 교차하는 것이 바람직하다.

따라서, 거대 자기 저항 효과(GMR) 소자 또는 자기 터널 효과(TMR) 소자를 사용하여 방위를 매우 정확하게 측정하는 것이 가능한 자기 센서가 제공될 수 있다.

또한, 상기 자기 센서는 상기 기판과 동일한 기판에 형성된 디지털 신호처리회로를 구비하는 것이 바람직하다.

이것에 의해, 보다 소형이고, 신호를 디지털 신호 형식으로 처리하는 것이 가능하며, 휴대형 전자장치에 적합한 자기 센서를 제공할 수 있다.

본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 전면을 가진 본체, 상기 본체에 수용되며 영구자석을 구비하는 통신장치, 상기 본체에 수용되며 외부 자계에 응하여 신호를 출력하는 자기 센서, 및 조작신호를 입력하기 위해 상기 전면에서 형성된 입력장치를 구비한 휴대형 전자장치를 준비하는 단계; 상기 휴대형 전자장치의 전면을 위로 향하게 한 상태에서, 상기 조작신호가 입력될 때 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 제1 값으로서 측정하는 단계; 상기 제1 값이 측정된 후 상기 휴대형 전자장치의 전면이 위로 향하게 하여, 상기 휴대형 전자장치가 180° 회전한 상태에서, 상기 조작신호가 입력될 때 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 제2 값으로서 측정하는 단계; 상기 제1 값과 제2 값에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 상기 영구자석에 의한 자계가 미치는 영향을 추정하는 단계; 상기 추정된 영향에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 보정하는 단계; 및 상기 자기 센서의 보정된 신호에 따라 방위를 결정하는 단계를 구비하는 방위 측정 방법이 제공된다.

휴대형 전자장치를 180° 회전하기 전후에는 지자기가 자기 센서에 대해 동일한 크기와 반대 방향으로 인가된다. 따라서, 휴대형 전자장치를 180° 회전하기 전후의 자기 센서의 각 출력의 합은 지자기에 무관하고, 영구자석의 자계가 자기 센서의 출력에 미치는 영향에 대응한다. 이 합을 이용하면, 상기 영구자석의 자계에 의한 영향을 간단하고 매우 정확하게 추정하는 것이 가능하다. 상기와 같이 방위를 결정하면, 간단하고 매우 정확하게 방위를 측정하는 것이 가능해진다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 실시예에 따른 휴대형 전자장치에 관해 그 예로서 휴대전화를 이용하여, 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 도 1의 개략적인 정면도에 도시한 바와 같이, 휴대전화기(10)는 본체(11), 안테나부(12), 스피커부(13), 액정표시부(14), 조작부(조작신호 입력부)(15) 및 마이크로폰부(16)를 구비한다. 본체(11)는 도 1의 정면에서 볼 때 직교하는 X축 및 Y축을 따라 연장하는 변을 가진 일반적인 직사각형이다. 안테나부(12)는 본체(11)의 상부 좌측 또는 우측에 배치된다. 스피커부(13)는 본체(11)의 전면측 최상부에 배치된다. 액정표시부(14)는 스피커부(13) 아래쪽에서 본체(11)의 전면측에 배치된다. 이 액정표시부(14)는 문자 및 도형을 표시하기 위해 사용된다. 조작부(15)는 액정표시부(14) 아래쪽에서 본체(11)의 전면측에 배치된다. 이 조작부(15)는 전화번호 및 그 밖의 지시신호를 입력하기 위해 사용된다. 마이크로폰부(16)는 본체(11)의 전면측 최하부에 배치된다. 이 안테나부(12), 스피커부(13), 액정표시부(14), 조작부(15) 및 마이크로폰부(16)의 일부 또는 전부는 영구자석을 포함하는 통신장치를 구성한다.

도 2는 휴대전화기(10)의 전기회로의 개요를 나타내는 블록도이다. 휴대전화기(10)는 버스에 의해 상호 접속된 CPU(21), ROM(22), RAM(23) 및 불 휘발성 RAM(24)을 구비한다. CPU(21)는 ROM(22)에 저장된 각종 프로그램을 실행한다. RAM(23)은 CPU(21)가 상기 프로그램을 실행하는데 필요한 데이터 등을 일시적으로 기억한다. 불 휘발성 메모리(24)에는 휴대전화기(10)의 주 전원이 투입되는 동시에 CPU(21)로부터의 자시에 의하여 데이터가 기입되고, 주 전원의 오프 기간에도 이 기입된 데이터는 기억 및 유지된다. 주 전원의 온 기간에 CPU(21)로부터의 요구에 의하여, 상기 유지된 데이터가 CPU(21)에 공급된다. 또한, 불 휘발성 메모리는 EEPROM으로 치환될 수도 있다.

안테나부(12)는 송수신용 안테나(12a), 안테나(12a)에 접속된 송수신회로(12b), 및 송수신회로(12b)에 접속된 변복조회로(12c)를 구비한다. 변복조회로(12c)는 송수신회로(12b)가 수신하는 신호를 복조하고, 발신할 신호를 변조하여 상기 송수신회로(12b)에 공급한다. 스피커부(13)는 영구자석을 포함하는 스피커(13a)와, 스피커(13a)에 접속되어 이 스피커(13a)에 소정의 음을 발생시키기 위한 신호를 생성하는 발음회로(13b)를 구비한다. 액정표시부(14)는 액정표시패널(14a)과 이 액정표시패널(14a)에 접속되는 표시회로(14b)를 구비한다. 액정표시패널(14a)은 휴대전화기(10)의 본체(11)의 전면측에 배치된다. 표시회로(14b)는 액정표시패널(14a)에 소정의 데이터를 표시하기 위해 공급되는 신호를 생성한다. 조작부(15)는 다수의 푸시버튼(15a)과 이 푸시버튼(15a)에 접속되어 각 푸시버튼(15a)의 온/오프 상태를 검출하는 검출회로(15b)를 구비한다. 마이크로폰부(16)는 마이크로폰(16a)과 마이크로폰(16a)에 접속되어 이 마이크로폰(16a)으로부터 입력되는 음성신호를 증폭하는 증폭회로(16b)를 구비한다. 이들 중 변복조회로(12c), 발음회로(13b), 표시회로(14b), 검출회로(15b) 및 증폭회로(16b)는 버스를 통해 CPU(21)에 접속되며, 이 CPU(21)에 의해 제어된다.

또한, 휴대전화기(10)는 외부 자계의 방향과 크기에 따라 신호를 출력하는 자기 센서부(30)를 구비한다. 자기 센서부(30)는 X축 자기 센서(31), Y축 자기 센서(32), 온도 센서(33) 및 제어회로(디지털 신호 처리기)(34)를 구비한다. 자기 센서부(30)의 개략적인 평면도인 도 3에 도시한 바와 같이, 이 X축 자기 센서(31), Y축 자기 센서(32), 온도 센서(33) 및 제어회로(34)는 다수의 패드(35)와 함께 일반적으로 정사각형의 단일 칩 위에 형성된다. 자기 센서부(30)는 도 1의 점선으로 나타낸 바와 같이, 액정표시패널(14a)의 평면(본체의 전면)에 대체로 평행한 휴대전화기(10)에 내장된다.

도 2로 돌아가면, 제어회로(34)는 A/D 컨버터(ADC)(34a) 및 직류 정전압회로(34b)를 구비한다. 제어회로(34)는 X축 자기 센서(31), Y축 자기 센서(32) 및 온도 센서(33)로부터 출력되는 신호를 처리하여 디지털 신호를 출력하는 기능을 갖고 있다. A/D 컨버터(34a)는 버스를 통해 CPU(21)에 접속된다. 또한, A/D 컨버터(34a)는 A/D 컨버터(34a)에 접속된 X축 자기 센서(31), Y축 자기 센서(32) 및 온도 센서(33)로부터 신호를 A/D 변환하여, 이 A/D 변환된 디지털 신호를 CPU(21)에 공급한다. 직류 정전압회로(34b)는 직류 정전압회로(34b)에 접속된 X축 자기 센서(31), Y축 자기 센서(32) 및 온도 센서(33)에 정전압을 공급한다.

도 4는 X축 자기 센서의 외부 자계(H)의 X축 성분과 출력(S_x)의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 5는 Y축 자기 센서의 외부 자계(H)의 Y축 성분과 출력(S_y)의 관계를 나타내는 그래프이다. X축 자기 센서(31)는 휴대전화기(10)에 탑재된 상태에서 외부 자계의 X축 성분에 비례하는 신호값을 출력한다. 마찬가지로, Y축 자기 센서(32)는 휴대전화기(10)에 탑재된 상태에서 외부 자계의 Y축 성분에 비례하는 신호값을 출력한다. X축 자기 센서(31)와 Y축 자기 센서(32)는 각각 소정의 방향에 따르는 자계의 크기에 비례하는 신호값을 출력하는 동일한 구성을 가지며, 자기 센서부(30)의 단일 칩 위에 상기 소정의 방향(자계 검출 방향)이 직교하도록 배치된다. 자기 센서부(30)는 X축 자기 센서(31) 및 Y축 자기 센서(32)가 휴대전화기(10) 본체(11)의 X축 및 Y축에 평행한 방향의 자계의 크기에 비례하는 신호값을 출력하도록 상기 휴대전화기(10)에 탑재된다.

도 6은 X축 자기 센서의 등가회로도이다. X축 자기 센서(31)의 구성에 관해 상세히 설명한다. Y축 자기 센서(32)의 구성은 X축 자기 센서(31)의 구성과 동일하다. X축 자기 센서(31)는 풀-브리지 회로를 구성하도록 접속된 제1~제4 자기 터널 효과 소자군(31a, 31b, 31c, 31d)을 구비한다.

제1~제4 자기 터널 효과 소자군(31a, 31b, 31c, 31d) 각각은 동일한 구조를 갖는다. 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 구조를 이 소자들의 대표예로 하여 설명한다.

도 7은 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 확대 평면도이다. 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)은 직렬 접속된 다수의 자기 터널 효과 소자(이 예에서는 20개의 소자)로 구성된다.

도 8은 제1 자기 터널 효과 소자를 도 7에 도시한 1-1선에 따른 평면으로 절단한 부분 단면도이다. 자기 터널 효과 소자군은 기판(30a) 위에 형성된 직사각형의 다수의 하부 전극(31a1)을 구비하고 있다. 하부 전극(31a1)은 가로 방향(X축 방향을 따라)으로 소정의 간격을 두고 일렬로 배치된다. 하부 전극(31a1)은 도전성 비자성 금속재료인 Cr(또는 Ta, Ti)에 의해 30nm 정도의 막 두께로 형성된다. 각 하부 전극(31a1) 위에는 하부 전극(31a1)과 동일 평면 상태로 형성된 반강자성막(反強磁性膜)(31a2)이 적층된다. 반강자성막(31a2)은 PtMn으로 이루어지며 막 두께는 30nm 정도이다.

각 반강자성막(31a2) 위에는 막 두께가 10nm 정도인 NiFe로 이루어진 한 쌍의 강자성막(31a3)이 막(31a3) 사이에 간격을 두고 적층된다. 이 강자성막(31a3)은 평면도에서 볼 때 직사각형이며, 긴 변이 평행하게 배치된다.

도 9는 도 7에 도시한 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 부분 평면도이다. 강자성막(31a3)은 반강자성막(31a2)에 의해 화살표 방향(X축 양의 방향, 즉, 짧은 변 방향)으로 자화 방향이 고정된 고착층을 구성한다.

도 8로 돌아가면, 각 강자성막(31a3) 위에는 이 강자성막(31a3)과 동일 평면 형상을 갖는 절연층(31a4)이 적층된다. 이 절연층(31a4)은 절연재료인 Al_2O_3 (Al-O)으로 이루어지며, 그 막 두께는 1nm이다.

절연층(31a4) 위에는 이 절연층(31a4)과 동일 평면 형상을 가진 강자성막(31a5)이 적층된다. 강자성막(31a5)은 막 두께가 40nm 정도인 NiFe로 이루어진다. 이 강자성막(31a5)은 그 자화 방향이 외부 자계의 방향에 거의 일치하도록 변화하는 자유층(자유 자화층)을 구성한다. 이 강자성막(31a5), 절연막(31a4) 및 강자성막(31a3) 또는 고착층은 자기 터널 접합 구성을 형성한다. 이와 같이, 각 하나의 반강자성막(31a2), 강자성막(31a3), 절연층(31a4) 및 강자성막(31a5)에 의해 하나의 자기 터널 효과 소자(전극을 제외)가 구성된다.

각 강자성막(31a5) 위에는 이 강자성막(31a5)과 동일 평면 상태의 더미 막(31a6)이 적층된다. 이 더미 막(31a6)은 막 두께가 40nm 정도인 Ta로 된 도전성 비자성 금속재료로 구성된다.

기판(30a), 하부 전극(31a1), 반강자성막(31a2), 강자성막(31a3), 절연층(31a4), 강자성막(31a5) 및 더미 막(31a6)을 덮는 영역에는 층간 절연막(31a7)이 형성된다. 이 층간 절연막(31a7)은 다수의 하부 전극(31a1) 및 반강자성막(31a2)을 전기적으로 절연하는 동시에, 반강자성막(31a2) 위에 각각 설치된 한 쌍의 강자성막(31a3), 절연층(31a4), 강자성막(31a5) 및 더미 막(31a6)을 전기적으로 절연한다. 층간 절연층(31a7)은 막 두께가 250nm 정도인 SiO_2 로 이루어진다.

이 층간 절연층(31a7)에는 더미 막(31a6)에 닿는 접촉 홀(CH)이 형성된다. 이 층간 절연층(31a7) 위에는, 접촉 홀(CH)을 매설하는 동시에, 다른 하부 전극(31a1)과 반강자성막(31a2) 위에 형성된 더미 막(31a6)의 한쪽을 전기적으

로 접속하도록 상부 전극(31a8)이 형성된다. 예컨대, 상부 전극(31a8)은 막 두께가 300nm인 Al로 이루어진다. 따라서, 하부 전극(31a1) 및 반강자성막(31a2)과 상부 전극(31a8)에 의해, 인접하는 한 쌍의 강자성막(31a5)(및 터미 막(31a6))과 반강자성막(31a2)이 교대로 순차 전기적으로 접속된다. 이와 같이, 고착층이 동일한 자화 방향을 갖는 자기 터널 접합 구조를 가진 소자가 20개 직렬 접속되어 자기 터널 효과 소자군(31a)이 형성될 수 있다. 또한, 도시하지 않았지만, SiO 및 SiN의 보호막이 상부 전극(31a8)을 덮도록 형성된다.

도 10은 상기 설명한 바와 같이 형성된 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 외부 자계(H)와 저항(R1) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 저항(R1)은 고착층의 자화 방향에 따라 크기가 변하는 외부 자계(H)의 값이 절대값이 작은 범위(즉, 포화 자계 $-H_c \sim +H_c$ 의 범위)에서 외부 자계(H)에 비례하여 변화한다. 즉, 저항(R1)은 하기 식(1)으로 주어진다:

$$R1 = -(\Delta R/H_c) \cdot H + R0 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

도 6에 도시한 바와 같이, X축 자기 센서(31)는 자기 터널 효과 소자군을 4개 구비한다. 자기 터널 효과 소자군(31a~31d)의 고착층의 자화 방향은 도 6에서 화살표로 나타낸 방향과 같다. 제1, 제4 자기 터널 효과 소자군(31a, 31d)의 고착층의 자화 방향은 X축의 양의 방향인데 반하여, 제2, 제3 자기 터널 효과 소자군(31b, 31c)의 고착층의 자화 방향은 X축의 음의 방향이다. 제1, 제4 자기 터널 효과 소자군(31a, 31d)의 저항(R1)은 상기 식(1)에 따라 변화하는 한편, 제2, 제3 자기 터널 효과 소자군(31b, 31c)의 저항(R2)은 하기 식(2)에 따라 변화한다:

$$R2 = (\Delta R/H_c) \cdot H + R0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

X축 자기 센서(31)에서는, 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 일단과 제2 자기 터널 효과 소자군(31b)의 일단이 접속되고, 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)의 타단과 제2 자기 터널 효과 소자군(31b)의 타단이 직류 정전압회로(34b)의 양극과 음극에 각각 접속된다. 마찬가지로, 제3 자기 터널 효과 소자군(31c)의 일단과 제4 자기 터널 효과 소자군(31d)의 일단이 접속되고, 제3 자기 터널 효과 소자군(31c)의 타단과 제4 자기 터널 효과 소자군(31d)의 타단이 직류 정전압회로(34b)의 양극과 음극에 각각 접속된다. 제1 자기 터널 효과 소자군(31a)과 제2 자기 터널 효과 소자군(31b)과의 접속점의 전위와, 제3 자기 터널 효과 소자군(31c)과 제4 자기 터널 효과 소자군(31d)과의 접속점의 전위의 차가 구해져, X축 자기 센서(31)의 출력(V_{out})으로서 A/D 컨버터(34a)에 공급된다.

이와 같이 구성된 X축 자기 센서(31)는 X축 방향의 외부 자계(H)의 X축 성분(H_x)을 검출하여, 하기 식(3)에 의해 주어지는 신호 $V_{out}(=S_x)$ 을 출력한다:

$$S_x = V_{in} \cdot (\Delta R/R0) \cdot (H_x/H_c) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

여기서, V_{in} 은 직류 정전압회로(34b)의 전압이다.

도 11에 도시한 바와 같이, X축 자기 센서와 동일한 구성을 갖는 Y축 자기 센서가 X축 자기 센서(31)에 직교하는 방향으로 배치된다. Y축 자기 센서(32)는 Y축 방향의 외부 자계(H)의 Y축 성분(H_y)을 검출하여, 하기 식(4)에 의해 주어지는 신호 $V_{out}(=S_y)$ 을 출력한다:

$$S_y = V_{in} \cdot (\Delta R/R0) \cdot (H_y/H_c) \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

온도 센서(33)는 밴드 갭 기준회로로 이루어진다. 이 회로는 일례로서 도 12에 도시한 바와 같이 주지된 바이어스 회로이다. 도시한 바와 같이, 이 회로는 온도 의존성이 없는 전류원(I), 4개의 트랜지스터(Q1~Q4) 및 3개의 저항(R10

~R30)으로 구성된다. 이 요소들의 접속에 관해 설명한다. 전류원(I)은 전압원(Vcc)과 트랜지스터(Q1)의 콜렉터 사이에 접속된다. 트랜지스터(Q1)의 이미터는 접지되고, 베이스는 저항(R10)의 일단과 트랜지스터(Q2)의 콜렉터와의 접속점에 접속된다. 트랜지스터(Q2)의 이미터는 저항(R20)을 통해 접지되고, 베이스는 다이오드 접속된 트랜지스터(Q3)의 베이스 및 콜렉터에 접속된다. 트랜지스터(Q3)의 이미터는 접지되고, 콜렉터 및 베이스는 저항(R30)을 통해 저항(R10)의 타단 및 트랜지스터(Q4)의 이미터에 접속된다. 트랜지스터(Q4)의 베이스는 트랜지스터(Q1)의 콜렉터에 접속되고, 콜렉터는 전압원(Vcc)에 접속된다. 전압원(Vcc)은 제어회로(34) 내에 포함된다.

도 12에 도시한 이 회로에서는, 트랜지스터(Q3)와 트랜지스터(Q2)의 이미터 면적비가 "1" 보다 큰 소정의 값(N)으로 설정된다. 밴드 갭 기준회로의 출력전압(Vbg)은 하기 식(5)에 의해 주어진다:

$$V_{bg} = V_{BE_{Q3}} + V_T \cdot \ln(N) \cdot R_{100}/R_{200} \quad (5)$$

여기서, $V_{BE_{Q3}}$ 은 트랜지스터(Q3)의 베이스-이미터 전압이고, V_T 는 열전압, R_{100} 은 저항(R10)의 저항치, R_{200} 은 저항(R20)의 저항치이다.

상기 식(5)에서, $V_{BE_{Q3}}$ 은 음의 온도 계수(-2mV/K)를 갖고, V_T 는 양의 온도 계수(0.085mV/K)를 갖는다. 식(5)으로부터 명백하듯이, 저항치(R_{100}) 및 저항치(R_{200})를 적절하게 선택함으로써, 출력신호(V_{bg})의 온도 의존성이 없어질 수 있다. 따라서, 이 실시예에서는 출력신호(V_{bg})의 온도 의존성이 없어질 수 있도록 저항치(R_{100}) 및 저항치(R_{200})가 선택된다. 온도 센서(33)는 A/D 컨버터(34a)에 저항(R30)의 양단 전압($V_{bg} - V_{BE_{Q3}}$)을 공급한다.

다음에, 이와 같이 구성된 휴대전화기(10)에 의한 방위 측정 방법에 관해, 자기 센서부(30)에 인가되는 외부 자계(H)가 지자기뿐이라고 가정하고 설명한다. 휴대전화기(10)의 방위는, 휴대전화기(10) 본체(11)의 전면이 대체로 수평이고, 이 전면이 위로 향하고 있는 경우에, 이 휴대전화기(10)의 하부(예컨대, 마이크로폰부(16)에서 상부(예컨대, 스피커부(13)로 향하는 벡터, 즉, Y축의 양의 방향으로 향하는 벡터의 방위로서 정의된다. 본 명세서에서, 도 13에 도시한 바와 같이 방위(a)의 기준 0° 은 서이고, 북, 동, 남의 순서로 회전하여 각각 90° , 180° , 270° 로 정의된다.

도 13은 휴대전화기(10)의 방위(a)와 X축 자기 센서(31) 및 Y축 자기 센서(32)의 센서 출력 신호(S_x , S_y)와의 관계를 나타내는 그래프이다.

지자기는 남에서 북으로 향하는 자계이다. 휴대전화기(10)의 본체(11)의 전면이 대체로 수평이고, 전면이 위로 향하고 있는 경우, 자기 센서부(30)의 X축 자기 센서(31) 및 Y축 자기 센서(32)의 출력 신호는, 도 13에 도시한 바와 같이, 휴대전화기(10)의 방위(a)에 대해 여현파형 및 정현파형으로 각각 변한다. 도 13에 도시한 센서 출력 신호(S_x , S_y)의 값은 정규화된 값이다. 보다 구체적으로, X축 자기 센서(31)의 실제 출력 신호(S_x)를 휴대전화기(10)의 본체(11)의 전면이 대체로 수평이고 전면이 위로 향하고 있는 상태에서 휴대전화기(10)가 360° 회전하여 얻어진 출력 신호(S_x)의 최대값과 최소값의 차의 반으로 나눈다. 이 차의 반으로 나눈 실제 출력 신호(S_x)가 출력 신호값(S_x)의 정규화된 값으로 사용된다. 마찬가지로, Y축 자기 센서(32)의 실제 출력 신호(S_y)를 휴대전화기(10)의 본체(11)의 전면이 대체로 수평이고 전면이 위로 향하고 있는 상태에서 휴대전화기(10)가 360° 회전하여 얻어진 출력 신호(S_y)의 최대값과 최소값의 차의 반으로 나눈다. 이 차의 반으로 나눈 실제 출력 신호(S_y)가 출력 신호값(S_y)의 정규화된 값으로 사용된다.

도 13에 나타난 그래프로부터 알 수 있듯이, 휴대전화기(10)의 방위(a)는 하기의 (1)~(4)의 네 경우를 고려하여 구할 수 있다.

(1) $S_x > 0$ 그리고 $|S_x| > |S_y|$ 이면, $a = \tan^{-1}(S_y/S_x)$

(2) $S_x < 0$ 그리고 $|S_x| > |S_y|$ 이면, $a = 180^\circ + \tan^{-1}(S_y/S_x)$

(3) $S_x > 0$ 그리고 $|S_x| < |S_y|$ 이면, $a = 90^\circ - \tan^{-1}(S_x/S_y)$

(4) $S_x < 0$ 그리고 $|S_x| < |S_y|$ 이면, $a = 270^\circ - \tan^{-1}(S_x/S_y)$

상기 (1)~(4)의 네 경우 중 어느 하나로 구한 방위(a)가 음인 경우에는, 이 방위에 360° 을 더한 값을 방위(a)로 한다. 구한 방위가 360° 이상이면, 이 방위(a)에서 360° 을 뺀 값을 방위(a)로 한다.

휴대전화기(10)는 스피커(13a) 등의 다수의 영구자석을 구비한다. 영구자석은 누설 자계를 발생시킨다. 도 14~도 16은 휴대전화기(10) 내의 영구자석으로부터의 누설 자계의 온도 특성을 나타내는 그래프이다. 누설 자계의 세기는 측정시점의 온도에서의 영구자석의 세기와, 영구자석과 측정점과의 거리에 의존한다. 도 14~도 16은 영구자석과 측정점과의 거리가 일정한 상태에서 다른 영구자석의 누설 자계의 온도 의존 특성을 나타내는 그래프이다. 이 그래프에서, 가로좌표는 온도를 나타내고, 세로좌표는 누설 자계의 세기를 나타낸다. 자석과 측정점과의 거리가 일정하게 마련되면, 누설 자계의 세기는 온도에 대해 음의 계수와 관계를 갖는다. 따라서, 휴대전화기(10) 내의 소정 위치에 배치된 자기 센서부(30)에는 이러한 영구자석의 온도에 거의 비례하는 크기와 거의 같은 방향을 가진 영구자석으로부터의 누설 자계(지자기 이외의 외부 자계)가 인가된다.

도 17의 그래프에 나타낸 바와 같이, X축 자기 센서(31)의 출력은 누설 자계에 따른 오프셋 량(OFx)만큼 시프트(평행 이동)한다. 마찬가지로, 도 18의 그래프에 나타낸 바와 같이, Y축 자기 센서(32)의 출력은 누설 자계에 따른 오프셋 량(OFy)만큼 시프트 한다. 상기 설명한 바와 같이, 누설 자계는 영구자석의 온도에 거의 비례하여 변하기 때문에, 오프셋 량(OFx, OFy)도 영구자석의 온도에 거의 비례하여 변화한다. 이들 오프셋 량(OFx, OFy)은 영구자석에 의한 자기 센서부(30)의 출력에 미치는 영향의 양으로 간주될 수 있다.

도 19는 자기 센서부(30)를 기준으로 하여 자기 센서부(30)에 인가되는 지자기와 영구자석으로부터의 누설 자계를 나타내는 벡터도이다.

우선, 휴대전화기(10)의 전면을 위로 한 상태에서, 이 휴대전화기(10)의 방위가 소정의(임의의) 방위로 설정된 경우에, 자기 센서부(30)에 인가되는 지자기(TH0)와 영구자석으로부터의 누설 자계(LH)를 이 도면에 유도한다. 다음에, 휴대전화기(10)의 방위가 180° 회전한 경우에 상기 자기 센서부(30)에 인가되는 지자기(TH180)와 영구자석으로부터의 누설 자계(LH)를 유도한다. 도 19로부터 알 수 있듯이, 영구자석으로부터의 누설 자계(LH)는 휴대전화기(10)의 방위에 관계없이 항상 동일한 방향과 동일한 크기로 자기 센서부(30)에 인가된다. 이와 달리, 지자기는 휴대전화기(10)가 180° 회전할 때, 동일한 크기와 반대 방향으로 자기 센서부(30)에 인가된다. X축 자기 센서(31)의 오프셋 량(OFx)은 하기 식(6)에 의해 구할 수 있다:

$$OF_x = (S1_x + S2_x)/2 \cdots (6)$$

여기서, S1x는 휴대전화기(10)의 방위가 임의의 방위(θ)로 설정될 때의 X축 자기 센서(31)의 출력이고, S2x는 휴대전화기(10)의 방위가 180° 회전한 경우(즉, 방위(θ) + 180°)의 X축 자기 센서(31)의 출력이다.

마찬가지로, Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량(OFy)은 하기 식(7)에 의해 구할 수 있다:

$$OF_y = (S1_y + S2_y)/2 \cdots (7)$$

여기서, S1y는 휴대전화기(10)의 방위가 임의의 방위(θ)로 설정될 때의 Y축 자기 센서(32)의 출력이고, S2y는 휴대전화기(10)의 방위가 180° 회전한 경우(즉, 방위(θ) + 180°)의 Y축 자기 센서(32)의 출력이다.

이 오프셋 량(OFx, OFy)은 영구자석의 온도에 비례한다. 온도(T)에서의 X축 자기 센서(31)의 오프셋 량(OFx)은 하기 식(8)에 의해 구할 수 있다:

$$OFx = (OF2x - OF1x) \cdot (T - T1)/(T2 - T1) + OF1x \quad \cdots (8)$$

여기서, OF1x는 온도(T1)에서의 X축 자기 센서(31)의 오프셋 량이고, OF2x는 T1과 다른 온도(T2)에서의 X축 자기 센서(31)의 오프셋 량이다.

마찬가지로, 온도(T)에서의 Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량(OFy)은 하기 식(9)에 의해 구할 수 있다:

$$OFy = (OF2y - OF1y) \cdot (T - T1)/(T2 - T1) + OF1y \quad \cdots (9)$$

여기서, OF1y는 온도(T1)에서의 Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량이고, OF2y는 온도(T2)에서의 Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량이다.

이 실시예에서는, 오프셋 량(OFx, OFy)을 구한 후, 실제 센서 출력(Sx, Sy)에서 이 오프셋 량(OFx, OFy)을 감산하여 보정된 센서 출력(Sx, Sy)을 구한다. 이 보정된 센서 출력(Sx, Sy)과 상기 (1)~(4)의 네 경우로 분류된 각 방위 계산 방법에 따라 방위(a)가 결정된다. 이것에 의해, 영구자석의 누설 자계의 영향을 받지 않고 매우 정확하게 방위(a)가 결정될 수 있다. 이상이 휴대전화기(10)에 의한 방위 결정 방법의 원리이다.

다음에, 상술한 원리에 따라 휴대전화기(10)의 CPU(21)에 의한 방위 결정 방법의 동작을 도 20~도 23을 참조하여 설명한다. 도 20~도 23은 CPU(21)가 소정 시간의 경과마다 실행하는 프로그램(루틴)을 나타내는 순서도이다.

휴대전화기(10)를 구입한 사용자가 그 사용을 개시하여 전원을 투입하면, CPU(21)는 소정의 타이밍으로 도 20에 나타난 초기화 재측 표시 루틴(초기화 재측 장치의 기능을 달성한다)을 단계 1700에서부터 시작한다. 다음에, 단계 1705에서 제1 초기화 플래그(F1)가 "0" 인지 여부를 판정한다. 이 제1 초기화 플래그(F1)의 값은 휴대전화기(10)의 제조 직후에 실행된 초기화 루틴에 의해 "0"으로 설정되었다. 따라서, CPU(21)는 단계 1705에서 "Yes"로 판정하고 단계 1710으로 진행하여, 휴대전화기(10)의 사용자에게 대해 초기화 조작을 재촉하는 메시지(초기화 재측 메시지)를 액정표시패널(14a)에 표시한다. 그 후, 단계 1795에서 이 루틴을 일단 종료한다. 이 초기화 재측 메시지는 다수의 푸시 버튼(15a) 중에서 특정한 오프셋 데이터 취득 버튼을 눌러 이 버튼을 "온" 상태로 변경할 것을 사용자에게 재촉하는 메시지를 포함한다.

CPU(21)는 소정의 타이밍으로 도 21에 도시한 오프셋 데이터 취득 루틴을 단계 1800에서 시작한다. 그리고, 단계 1805에서 오프셋 데이터 버튼의 상태가 "오프" 상태에서 "온" 상태로 변화했는지 여부를 판정한다. 변화하지 않았다면, 단계 1805에서 "No"로 판정하고 단계 1895로 진행하여 상기 처리를 반복한다.

사용자가 액정표시패널(14a)에 표시된 초기화 재측 메시지에 응하여, 오프셋 데이터 취득 버튼의 상태를 "오프" 상태에서 "온" 상태로 변경하면, CPU(21)는 단계 1805에서 "Yes"로 판정하고 단계 1810으로 진행한다. 단계 1810에서 "제1 조작방법"에 관한 설명이 액정표시패널(14a)에 표시된다. 제1 조작방법에 관한 설명은 사용자에게 휴대전화기(10)의 본체(11) 전면을 위로 향하게 하여(즉, 전면을 거의 수평으로 하여) 책상에 배치하고, 다수의 푸시 버튼(15a) 중에서 특정한 오프셋 버튼을 눌러, 그 버튼을 "온" 상태로 변경할 것을 재촉하는 메시지를 포함한다. 다음에, 단계 1815에서 CPU(21)는 오프셋 버튼의 상태가 "오프" 상태에서 "온" 상태로 변경되었는지 여부를 모니터 한다.

사용자가 제1 조작방법에 관한 설명에 응하여, 오프셋 버튼의 상태를 " 오프" 상태에서 " 온" 상태로 변경하면, CPU(21)는 단계 1815에서 " Yes" 로 판정하고 단계 1820으로 진행한다. 단계 1820에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 큰지 여부, 또는 Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 큰지 여부를 판정한다. X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 크거나, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 크면, CPU(21)는 단계 1820에서 " Yes" 로 판정하고 단계 1825로 진행한다. 단계 1825에서 초기화 실패의 경고 메시지가 액정표시패널(14a)에 표시되고, 단계 1895로 진행하여 이 루틴을 일단 종료한다.

단계 1820에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max}) 이하이고, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max}) 이하이면, CPU(21)는 단계 1820에서 " No" 로 판정하고 단계 1830으로 진행한다. 단계 1830에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)이 제1 X축 센서 출력(S_{1x})으로 기억되고, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)이 제1 Y축 센서 출력(S_{1y})으로 기억된다.

단계 1835에서 CPU(21)는 " 제2 조작방법" 에 관한 설명을 액정표시패널(14a)에 표시한다. 제2 조작방법에 관한 설명은 사용자에게 휴대전화기(10)의 전면을 위로 향하게 한 상태로 이 휴대전화기(10)를 책상에서 180° 회전시킨 후 다시 오프셋 버튼을 눌러, 버튼의 상태를 " 온" 상태로 변경할 것을 제촉하는 메시지를 포함한다. 단계 1840에서 CPU(21)는 오프셋 버튼의 상태가 " 오프" 상태에서 " 온" 상태로 변경되었는지 여부를 다시 모니터 한다.

사용자가 제2 조작방법에 관한 설명에 응하여, 휴대전화기(10)를 180° 회전한 후 오프셋 버튼의 상태를 " 오프" 상태에서 " 온" 상태로 변경하면, CPU(21)는 단계 1840에서 " Yes" 로 판정하고 단계 1845로 진행한다. 단계 1845에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 큰지 여부, 또는 Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 큰지 여부를 판정한다. X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 크거나, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max})보다 크면, CPU(21)는 단계 1825에서 " Yes" 로 판정하고 단계 1845로 진행한다. 단계 1825에서 초기화 실패의 경고 메시지가 표시되고, 단계 1895로 진행하여 이 루틴을 일단 종료한다.

단계 1845에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max}) 이하이고, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)의 절대값이 계속 가능한 최대값(S_{max}) 이하이면, CPU(21)는 단계 1845에서 " No" 로 판정하고 단계 1850으로 진행한다. 단계 1850에서 X축 자기 센서(31)의 출력(S_x)이 제2 X축 센서 출력(S_{2x})으로 기억되고, Y축 자기 센서(32)의 출력(S_y)이 제2 Y축 센서 출력(S_{2y})으로 기억된다.

다음에, 단계 1855에서 CPU(21)는 제1 초기화 플래그(F1)의 값이 " 0" 인지 여부를 판정한다. 이 경우, 제1 초기화 플래그(F1)의 값은 여전히 " 0" 이기 때문에, CPU(21)는 " Yes" 로 판정하고 단계 1860으로 진행한다. 단계 1860에서 X축 자기 센서(31)의 제1 X축 오프셋 량($OF1x$) 및 Y축 자기 센서(32)의 제1 Y축 오프셋 량($OF1y$)을 구한다. 보다 구체적으로는, 제1 X축 센서 출력(S_{1x})과 제2 X축 센서 출력(S_{2x})의 합을 2로 나누어(즉, 평균값을 계산) 얻은 값을 제1 X축 오프셋 량($OF1x$)으로 한다. 또한, 제1 Y축 센서 출력(S_{1y})과 제2 Y축 센서 출력(S_{2y})의 합을 2로 나누어 얻은 값을 제1 Y축 오프셋 량($OF1y$)으로 한다. 제1 X축 오프셋 량($OF1x$)과 제1 Y축 오프셋 량($OF1y$)은 불 휘발성 RAM(24)에 기억된다.

단계 1865에서 CPU(21)는 온도 센서(33)의 온도(Temp)를 읽고, 이것을 제1 온도로서 불 휘발성 RAM(24)에 기억시킨다. 단계 1870에서 제1 초기화 플래그(F1)의 값은 " 1" 로 설정되고, 단계 1895로 진행하여 이 루틴을 일단 종료한다.

이 상태에서, CPU(21)가 도 20에 도시한 초기화 재측 표시 루틴을 단계 1700에서부터 시작하여 단계 1705로 진행하는 경우, 제1 초기화 플래그(F1)의 값은 "1"로 설정되어 있기 때문에, CPU(21)는 "No"로 판정하고 단계 1715로 진행하여 제2 초기화 플래그(F2)의 값이 "0"인지 여부를 판정한다. 이 제2 초기화 플래그(F2)의 값도 전술한 초기화 루틴에 의해 "0"으로 설정되어 있다. 따라서, CPU(21)는 단계 1715에서 "Yes"로 판정하고 단계 1720으로 진행하여, 온도 센서(33)의 온도(Temp)를 읽고 이것을 현재 온도(Tc)로서 기억한다. 단계 1725에서 제1 온도(T1)와 현재 온도(Tc)의 차의 절대값이 소정 온도(임계 온도)(Tth)보다 큰지 여부를 판정한다. 온도 센서 및 자기 센서에 의한 온도 및 지자기 크기의 측정 정확도를 확보하기 위해 어느 정도 차이가 있는 두 온도에서의 온도 및 지자기를 측정해야 한다. 온도차가 너무 작으면, 정확한 온도 계수를 취득하여 적절한 보정을 하기가 곤란하다. 그러나, 임계 온도(Tth)($\geq 0^{\circ}\text{C}$)가 작을수록 방위 측정은 보다 정확해진다. 또한, 센서 및 외부 자계가 온도에 의해 갑자기 변하는 경우에는 임계 온도(Tth)가 보다 작은 것이 바람직하다. 이러한 이유로, 임계 온도(Tth)는 $5\sim 25^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서 선택되는 것이 바람직하다. 임계 온도(Tth)는 상기 조건을 고려하여 설정하는 것이 바람직하다. 예컨대, Tth는 10°C 이다.

현 시점은 제1 온도(T1)를 취득한 직후이므로, 제1 온도(T1)와 현재 온도(Tc)의 차의 절대값은 임계 온도(Tth)보다 작다. 따라서, CPU(21)는 단계 1725에서 "No"로 판정하고 단계 1795로 진행하여 이 루틴을 일단 종료한다.

이러한 처리는 제1 온도(T1)와 현재 온도(Tc)의 차의 절대값이 임계 온도(Tth)보다 커질 때까지 반복된다. 그 시점까지 초기화 재측 메시지는 다시 표시되지 않는다.

CPU(21)는 소정의 타이밍으로 도 22에 도시한 오프셋 결정 루틴을 단계 1900에서부터 시작한다. 단계 1905에서 제2 초기화 플래그(F2)의 값이 "0"인지 여부를 판정한다. 이 경우, 제2 초기화 플래그(F2)의 값은 "0"으로 유지되기 때문에, CPU(21)는 단계 1905에서 "Yes"로 판정하고 단계 1910으로 진행한다. 단계 1910에서 이미 구한 제1 X축 오프셋 량(OFlx) 및 제1 Y축 오프셋 량(OFly)은 각각 X축 자기 센서(31)의 오프셋 량(OFx) 및 Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량(OFy)으로 설정된다. 그 후, 단계 1995에서 이 루틴을 일단 종료한다.

CPU(21)는 도 23에 도시한 방위 산출 루틴(방위 결정 장치를 구성)을 단계 2000에서부터 시작한다. 단계 2005에서 X축 자기 센서(31)의 출력(Sx)에서 X축 자기 센서(31)의 오프셋 량(OFx)을 뺀 값이 X축 자기 센서(31)의 보정된 출력(Sx)으로 설정되고, Y축 자기 센서(32)의 출력(Sy)에서 Y축 자기 센서(32)의 오프셋 량(OFy)을 뺀 값이 Y축 자기 센서(32)의 보정된 출력(Sy)으로 설정된다. CPU(21)는 단계 2010에서 상기 (1)~(4)의 경우 중 어느 것이 해당되는지 여부를 판정한다. 판정 결과에 따라 단계 2015~단계 2030 중 어느 단계로 진행하여, 각 단계에서 나타낸 식으로 방위(a)를 계산한다. 다음에, CPU(21)는 다음과 같이 최종 방위(a)를 결정한다. 즉, 계산된 방위(a)가 단계 2035에서 음이면, 단계 2040에서 방위(a)에 360° 를 더한 값이 최종 방위(a)가 되고, 계산된 방위가 단계 2035와 단계 2045에서 360° 이상인 경우에는, 단계 2050에서 방위(a)에서 360° 를 뺀 값이 최종 방위(a)가 된다. 그 후, 단계 2095에서 이 루틴을 일단 종료한다.

다음에, 휴대전화기(10)의 영구자석의 온도가 상승하여 제1 온도(T1)와 현재 온도(Tc)의 차의 절대값이 임계값(Tth)(제2 온도(T2)라고 함)보다 커진 경우에 관해 설명한다. 이 경우, CPU(21)가 단계 1700, 1705, 1715, 1720에 이어 단계 1725에서 "Yes"로 판정하고, 단계 1710으로 진행하여 초기화 재측 메시지를 액정표시패널(14a)에 다시 표시한다.

사용자가 이 메시지에 응하여, 오프셋 데이터 취득 버튼의 상태를 "오프" 상태에서 "온" 상태로 변경하면, CPU(21)는 도 21에 나타낸 단계 1805에서 "Yes"로 판정하고 단계 1810 이후의 단계로 진행한다. 단계 1830에서 휴대전화기(10)의 방위가 임의의 방위(θ)인 상태에서 X축 자기 센서(31)의 출력(Sx) 및 Y축 자기 센서(32)의 출력(Sy)이 제1 X축 센서 출력(S1x) 및 제1 Y축 센서 출력(S1y)으로 각각 기억된다. 단계 1850에서 휴대전화기(10)의 방위가 $\theta + 180^{\circ}$ 인 상태에서 X축 자기 센서(31)의 출력(Sx) 및 Y축 자기 센서(32)의 출력(Sy)이 제2 X축 센서 출력(S

2x) 및 제2 Y축 센서 출력(S1y)으로 각각 기억되고, 그 후 단계 1855로 진행한다.

단계 1870에서 제1 초기화 플래그(F1)의 값은 "1"로 설정되어 있기 때문에, CPU(21)는 단계 1855에서 "No"로 판정하고 단계 1875로 진행한다. 단계 1875에서 X축 자기 센서(31)의 제2 X축 오프셋 량(OF2x) 및 Y축 자기 센서(32)의 제2 Y축 오프셋 량(OF2y)을 구한다. 구체적으로는, 제1 X축 센서 출력(S1x)과 제2 X축 센서 출력(S2x)의 평균값을 제2 X축 오프셋 량(OF2x)으로 하고, 제1 Y축 센서 출력(S1y)과 제2 Y축 센서 출력(S2y)의 평균값을 제2 Y축 오프셋 량(OF2y)으로 한다. 제2 X축 오프셋 량(OF2x)과 제2 Y축 오프셋 량(OF2y)은 불 휘발성 RAM(24)에 기억된다.

다음에, 단계 1880에서 CPU(21)는 온도 센서(33)의 온도(Temp)를 읽고, 이것을 제2 온도로서 불 휘발성 RAM(24)에 기억시킨다. 단계 1885에서 제2 초기화 플래그(F2)의 값이 "1"로 설정된 후, 단계 1895에서 이 루틴을 일단 종료한다.

이 상태에서, CPU(21)가 도 20에 도시한 초기화 재측 표시 루틴을 단계 1700에서부터 시작하는 경우, 제1 및 제2 초기화 플래그(F1, F2)의 값은 모두 "1"로 설정되어 있기 때문에, CPU(21)는 단계 1705와 단계 1715에서 모두 "No"로 판정하고 단계 1795로 진행하여 이 루틴을 일단 종료한다. 그 후에는 초기화 재측 메시지가 표시되지 않는다.

이 상태에서, 도 22에 도시한 오프셋 결정 루틴이 시작하면, 제2 초기화 플래그(F2)의 값은 "1"로 변경되었기 때문에, CPU(21)는 단계 1905에서 "No"로 판정하고 단계 1915로 진행하여, 온도 센서(33)의 온도(Temp)를 읽고 이것을 현재 온도(Tc)로서 기억한다.

다음에, CPU(21)는 단계 1920에서 상기 설명한 식(8)에 따라 제1 온도(T1)에서의 제1 X축 오프셋 량(OF1x) 및 제2 온도(T2)에서의 제2 X축 오프셋 량(OF2x)을 온도에 관하여 직선 보간함으로써, 현재 온도(Tc)에서의 X축 오프셋 량(OFx)을 구한다. 마찬가지로, CPU(21)는 단계 1925에서 상기 설명한 식(9)에 따라 제1 온도(T1)에서의 제1 Y축 오프셋 량(OF1y) 및 제2 온도(T2)에서의 제2 Y축 오프셋 량(OF2y)을 온도에 관하여 직선 보간함으로써, 현재 온도(Tc)에서의 Y축 오프셋 량(OFy)을 구한다. 이 루틴은 단계 1995에서 일단 종료한다. 이와 같이, 오프셋 값(OFx, OFy)은 영구자석의 자계가 자기 센서 출력에 미치는 영향을 영구자석의 온도로부터 추정된 값을 나타낸다.

다음의 처리에서 CPU(21)는 도 23에 도시한 방위 산출 루틴을 실행하여, 단계 2005에서 X축 자기 센서(31)의 출력(Sx)이 오프셋 량(OFx)에 의해 보정되고, Y축 자기 센서(32)의 출력(Sy)이 오프셋 량(OFy)에 의해 보정된다. 단계 2005는 보정장치의 일부를 구성한다. 단계 2010 이후의 단계에서 X축 및 Y축 자기 센서(31, 32)의 출력(Sx, Sy)으로부터 방위(a)가 산출(측정 및 결정)된다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 휴대전화기(10)에서는, 휴대전화기(10)의 구성요소인 영구자석의 자계가 자기 센서 출력에 미치는 영향은 영구자석의 온도에 따라 오프셋 량(OFx, OFy)으로서 추정된다. 이 추정된 오프셋 량(OFx, OFy)을 이용하여 자기 센서 출력이 보정된다. 보정된 자기 센서로부터 방위를 측정하여, 방위의 측정 정확도가 상당히 향상될 수 있다. 적절한 타이밍(온도가 제1 온도(T1) 및 제2 온도(T2)가 되는 경우)으로 사용자에게 초기화 조작을 재촉하므로, 사용자는 불필요한 초기화 조작의 실행을 피할 수 있다. 제1 온도(T1)와 제2 온도(T2)의 차는 임계 온도(Tth)보다 크다. 따라서, 각 온도에서 구한 오프셋 량에 포함된 추정 오차의 영향이 이러한 오프셋 량의 직선 보간 또는 외삽 등에 의해 구한 현재 온도(Tc)에서의 오프셋 량에 나타나기 어렵다. 따라서, 방위의 측정 정확도가 보다 향상될 수 있다. 자기 센서부(30)는 X축 및 Y축 자기 센서(31, 32), 온도 센서(33) 및 제어회로(34)를 단일 평면상에 구비한다. 따라서, 자기 센서부(30)는 소형이고 저렴하며, 영구자석을 구비한 휴대전화기 등의 휴대형 전자장치에 적합하다.

본 발명은 상기 실시예에만 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 범위 내에서 각종 변형이 가능하다. 예컨대, 상기 실시예에서 X축 및 Y축 자기 센서(31, 32)는 자기 터널 효과 소자군이지만, 기대 자기 효과 소자 등의 자계에 대응하는 신호를 출력할 수 있는 다른 자기 센서도 사용될 수 있다. 상기 실시예에서는 초기화 조작에 오프셋 버튼 및 오프셋 데이터 취득 버튼이 사용된다. 이 대신에, 액정표시패널(14a)에 메뉴를 추가하여, 각 메뉴를 조작부(15)의 특정한 조작자에 의해 선택하도록 함으로써 이들 버튼과 동일한 기능이 실현될 수도 있다. X축 자기 센서(31) 및 Y축 자기 센서(32) 외에도, X축 및 Y축에 수직인 Z축을 따라 자계를 검출하는 Z축 자기 센서가 사용될 수도 있다.

온도 센서(33)로서의 밴드 갭 기준회로는 도 24에 도시한 구성을 갖는다. 트랜지스터(Tr1, Tr2)의 베이스-이미터 전압(V_{be})의 차(ΔV_{be})는 하기 식(10)으로 주어지고, 출력(V_{bg})은 하기 식(11)과 같이 V_{be} 와 V_T 의 정수($K1$)배로 주어진다. 정수($K1$)는 하기 식(12)으로 주어진다.

$$\Delta V_{be} = V_T \cdot \ln\{(I_{c1}/I_{c2}) \cdot (A_2/A_1)\} \cdots (10)$$

$$V_{bg} = V_{be}(Q1) + K1 \cdot V_T \cdots (11)$$

$$K1 = (R3/R2) \cdot \ln\{(I_{c1}/I_{c2}) \cdot (A_2/A_1)\} \cdots (12)$$

여기서, $V_T = KT/q$, $A1$ 과 $A2$ 는 트랜지스터(Tr1, Tr2)의 이미터 영역, $V_{be}(Q1)$ 는 트랜지스터(Tr1)의 베이스-이미터 전압이다.

정수($K1$)를 적절하게 선택하여 V_{bg} 의 온도 의존성을 없앨 수 있다. 저항($R3$)의 양단 전압은 온도 센서(33)의 출력으로서 A/D 컨버터(34a)에 공급된다.

도 25는 도 24에 도시한 회로의 온도 특성을 나타내는 그래프이다. 도 25로부터 이해되듯이, 도 24에 도시한 회로 구성은 $2mV/^\circ C$ 의 온도 특성을 갖는 온도 센서(33)를 실현할 수 있다.

본 발명을 바람직한 실시예에 관련하여 설명하였다. 본 발명은 상기 실시예에만 한정되는 것이 아니다. 이 분야의 기술자들에 의해 각종 변형, 개량, 조합 등이 가능한 것은 물론이다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 영구자석의 온도가 변하는 경우에도 방위를 매우 정확하게 측정할 수 있으며, 자기 센서부에 휴대형 전자장치의 영구자석의 자계가 미치는 영향을 간단한 사용자 조작으로 추정하여, 매우 정확하게 방위를 측정할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

휴대형 전자장치에 있어서,

본체;

상기 본체에 수용되며 영구자석을 구비하는 통신장치; 및

상기 본체에 수용되며 지자기를 이용하여 방위를 측정하는 방위 측정 장치를 구비하며,

상기 방위 측정 장치는,

외부 자계에 의하여 신호를 출력하는 자기 센서;

온도를 검출하는 온도 센서;

상기 검출된 온도에 따라, 상기 영구자석의 자계가 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 미치는 영향을 추정하여, 추정된 영향에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 보정하는 보정수단; 및

상기 보정된 신호에 따라 방위를 결정하는 방위 결정 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 본체는 전면을 가지며, 상기 휴대형 전자장치는 조작신호를 입력하기 위해 상기 전면에 형성된 입력장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 통신장치는 스피커를 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 통신장치는 마이크를 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 보정수단은 제1 온도에서 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 포함된 영구자석의 자계에 의한 영향을 측정하고, 상기 제1 온도와 다른 제2 온도에서 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 포함된 영구자석의 자계에 의한 영향을 측정하여, 상기 제1 온도에서의 영향과 상기 제2 온도에서의 영향과 상기 온도 센서에 의해 검출된 현 시점의 온도로부터 상기 영구자석의 자계에 의한 영향을 추정하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 보정수단은 상기 제1 온도에서의 영향을 측정한 후에 상기 온도 센서에 의해 검출된 온도와 상기 제1 온도의 차가 소정 온도 이상이 될 때, 상기 제2 온도에서의 영향을 취득하는 조작을 할 것을 상기 휴대형 전자장치의 사용자에게 재촉하는 초기화 재촉장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 소정 온도는 5~25℃의 범위에서 선택되는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 초기화 재촉장치는 특정 표시장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 휴대형 전자장치.

청구항 9.

자기 센서에 있어서,

기관;

상기 기관에 형성되어 외부 자계의 방위 및 크기에 대응하는 신호를 출력하는 자기 검출 소자; 및

상기 기관에 형성되어 온도를 검출하는 온도 검출 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 자기 센서는 복수의 자기 검출 소자를 포함하고;

상기 자기 검출 소자는 자화 방향이 고정된 고착층과 자화 방향이 외부 자계에 따라 변하는 자유층을 포함하는 자기 저항 효과 소자로서, 상기 자기 검출 소자는 상기 고착층의 자화 방향과 상기 자유층의 자화 방향 사이의 각에 따라 저항치가 변하며;

상기 복수의 자기 저항 효과 소자 중에서 적어도 두 소자의 고착층의 자화 방향이 상호 교차하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 기관에 형성된 디지털 신호처리회로를 구비하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 12.

제10항에 있어서, 상기 자기 자기 저항 효과 소자는,

상기 기관에 형성된 하부 전극;

상기 하부 저항에 형성된 반강자성막;

상기 반강자성막에 형성된 제1 강자성막;

상기 제1 강자성막에 형성된 절연막; 및

상기 절연막에 형성된 제2 강자성막을 구비하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 하부 전극은 도전성 비자성 금속재료로 만들어진 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 반강자성막은 PtMn으로 만들어진 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 15.

제12항에 있어서, 상기 절연막은 Al_2O_3 또는 AlO로 만들어진 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 16.

제12항에 있어서, 상기 강자성막은 NiFe로 만들어진 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 17.

제12항에 있어서, 상기 제1 강자성막은 고착층이고, 상기 제2 강자성막은 자유층인 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 18.

방위 측정 방법에 있어서,

전면을 가진 본체, 상기 본체에 수용되며 영구자석을 구비하는 통신장치, 상기 본체에 수용되며 외부 자계에 의하여 신호를 출력하는 자기 센서, 및 조작신호를 입력하기 위해 상기 전면에 형성된 입력장치를 구비한 휴대형 전자장치를 준비하는 단계;

상기 휴대형 전자장치의 전면이 위로 향하게 한 상태에서, 상기 조작신호가 입력될 때 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 제1 값으로서 측정하는 단계;

상기 제1 값이 측정된 후 상기 휴대형 전자장치의 전면이 위로 향하게 하여, 상기 휴대형 전자장치가 180° 회전한 상태에서, 상기 조작신호가 입력될 때 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 제2 값으로서 측정하는 단계;

상기 제1 값과 제2 값에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호에 상기 영구자석에 의한 자계가 미치는 영향을 추정하는 단계;

상기 추정된 영향에 따라 상기 자기 센서로부터 출력되는 신호를 보정하는 단계; 및

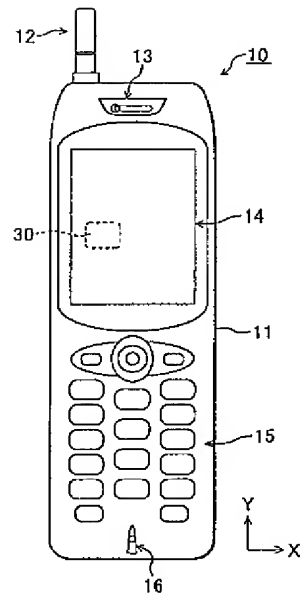
상기 자기 센서의 보정된 신호에 따라 방위를 결정하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 방위 측정 방법.

청구항 19.

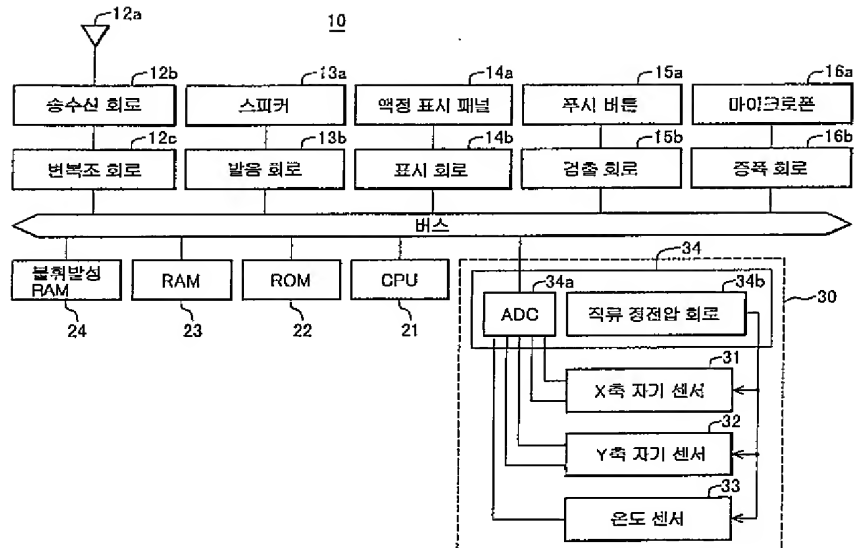
제18항에 있어서, 상기 자기 센서의 신호에 상기 영구자석의 자계가 미치는 영향은 상기 영구자석의 온도에 따라서도 추정되는 것을 특징으로 하는 방위 측정 방법.

도면

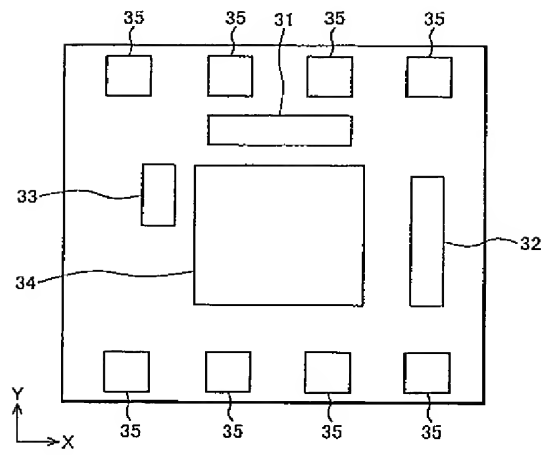
도면 1



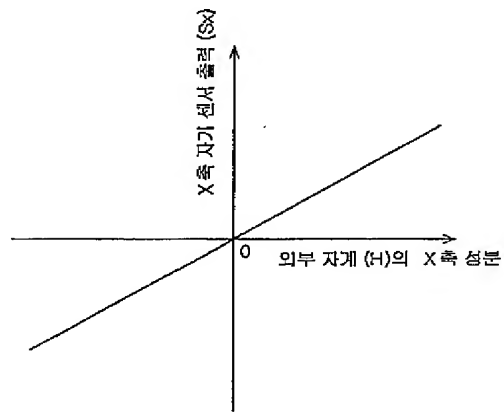
도면 2



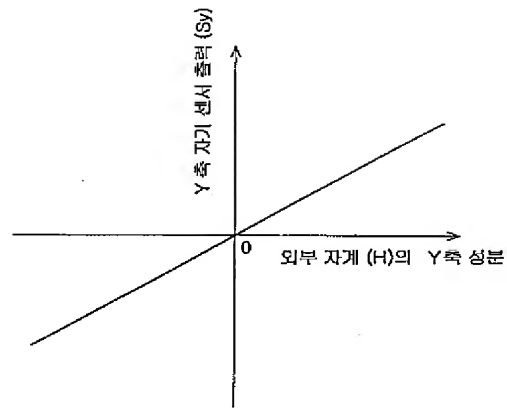
도면 3



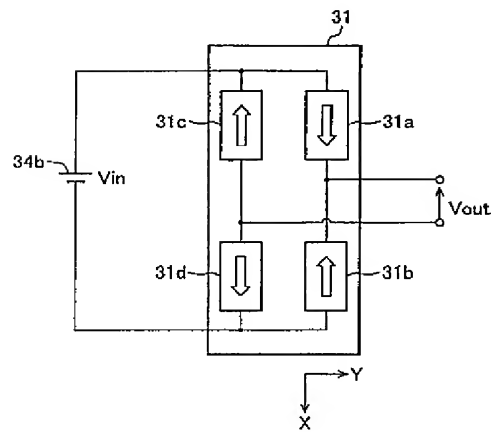
도면 4



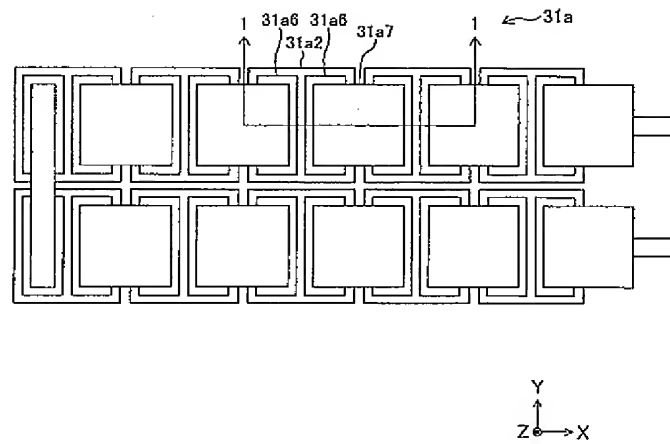
도면 5



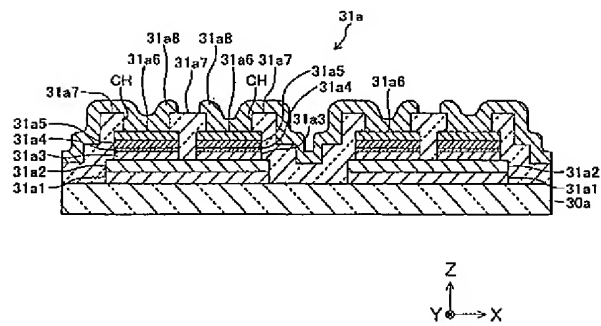
도면 6



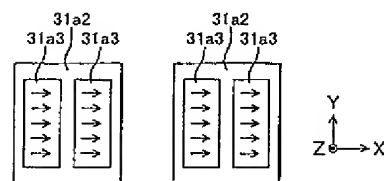
도면 7



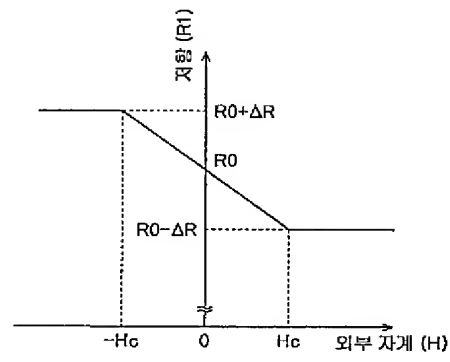
도면 8



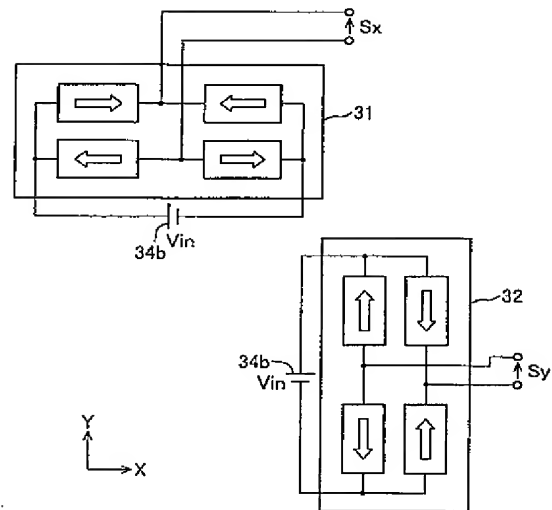
도면 9



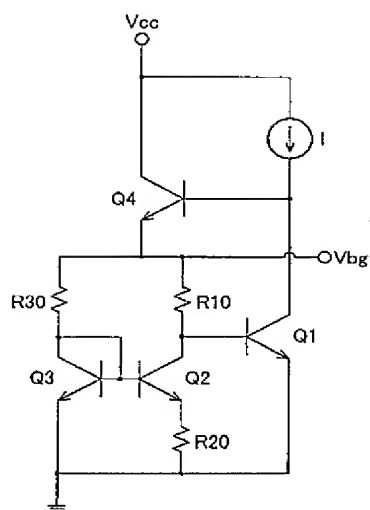
도면 10



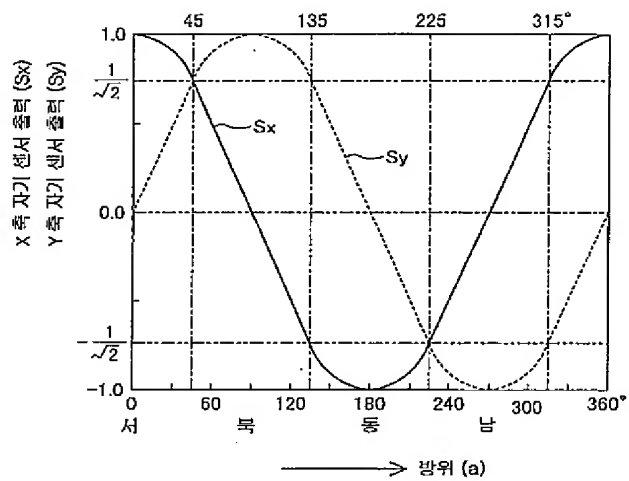
도면 11



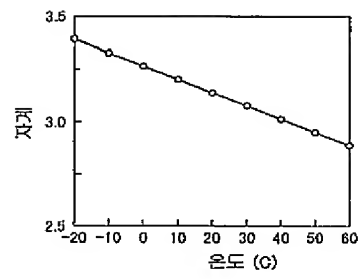
도면 12



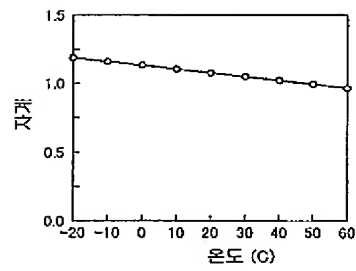
도면 13



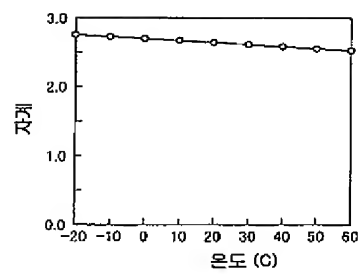
도면 14



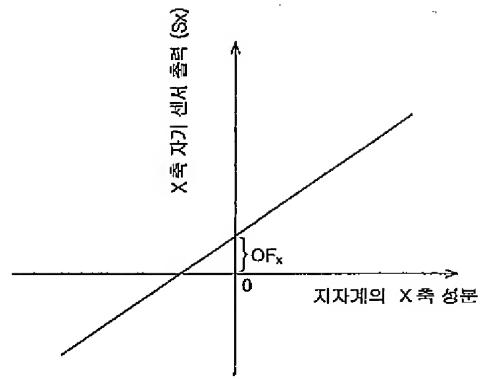
도면 15



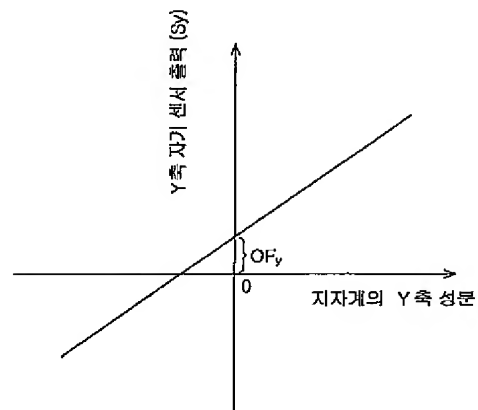
도면 16



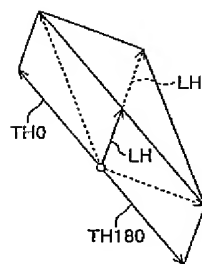
도면 17



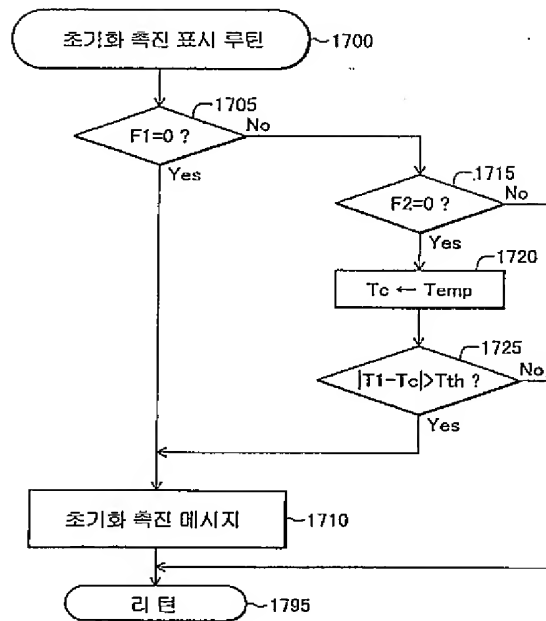
도면 18



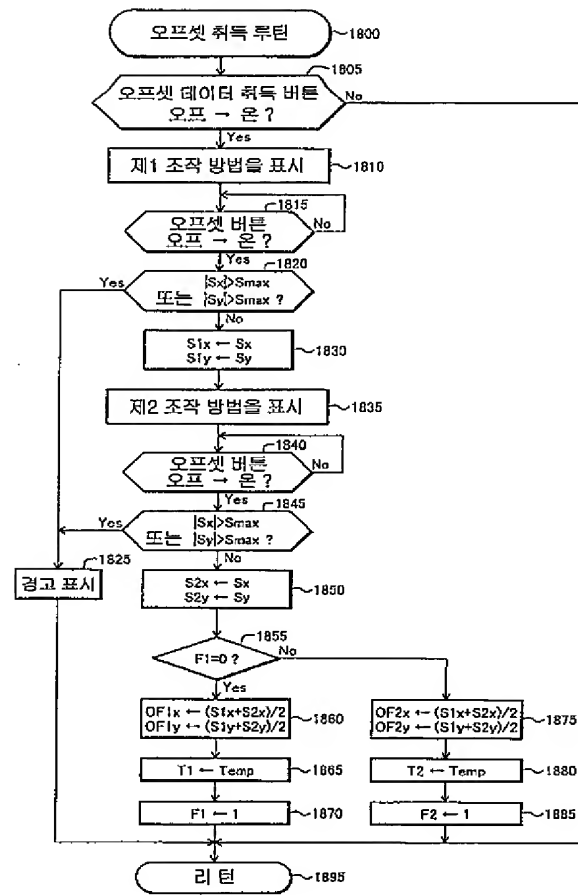
도면 19



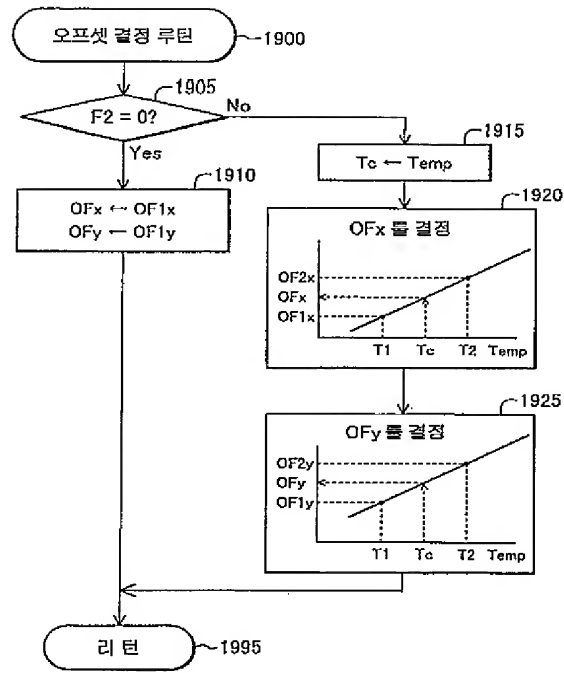
도면 20



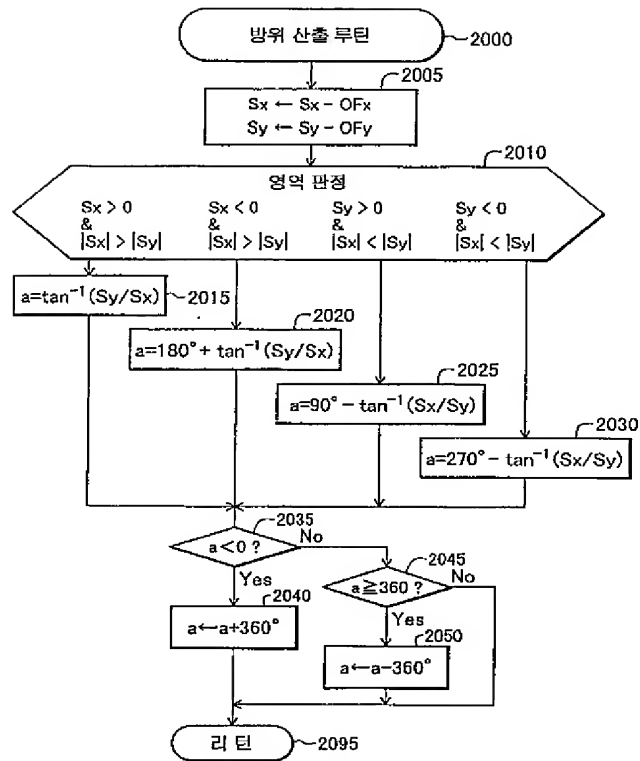
도면 21



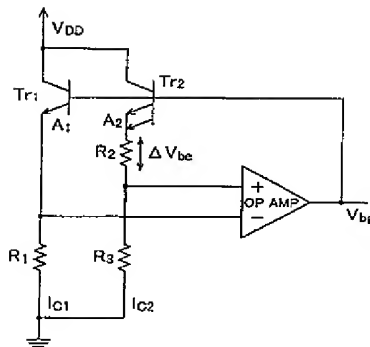
도면 22



도면 23



도면 24



도면 25

